

De las Tecnologías de la Información y su influencia sobre el sistema ciencia-tecnología

J. A. Martín-Pereda

La influencia de las Tecnologías de la Información (TI) sobre el resto de las técnicas, e incluso sobre la propia sociedad, es uno de los temas más recursivamente tratados en todos los estudios que se realizan sobre la evolución del pensamiento actual. La forma como estas tecnologías están afectando a entornos en principio dispares resulta particularmente atractiva para precisar sobre el carácter pluridisciplinario del conocimiento actual.

Uno de los entornos en los que parece no haberse entrado aún para el estudio de esta influencia es el de la Investigación y el Desarrollo (I + D), considerados éstos desde un punto de vista general. Según se plantea en el presente artículo, son muchas las fases de la evolución de la I + D en las que la presencia de las TI ha supuesto una drástica ruptura con la configuración previa. Conceptos como el de la «instantaneidad» están afectando de manera clara a su comportamiento. En cualquier caso esta influencia jamás podrá llegar a afectar a la verdadera creatividad que, como en el pasado, siempre descansará en el ser humano.

I. Introducción

Uno de los temas que aparece de forma más recurrente en parte de nuestra literatura de hoy, tanto la de carácter

sociológico como la puramente técnica, es el de la influencia sobre muchos de los entornos de nuestra sociedad, de las Tecnologías de la Información (TI) en sus diferentes formas. Libros recientes, como por ejemplo el de G. Vatimo ¹, afirman sin ningún recelo el que la base de gran parte de la estructura de lo que denomina sociedad posmoderna, está asentada en los medios de comunicación existentes y que, en cierta manera, han dado al traste con una serie de conceptos claramente asentados desde hace varios siglos.

Muchos de los estudios llevados a cabo sobre este tema, como realizados en su mayor parte por profesionales de sectores alejados de los entornos tecnológicos, se han centrado preferentemente en los aspectos más humanísticos o sociológicos y han dejado a un lado los que podríamos calificar como técnicos. Pero estos aspectos son los que realmente, como es lógico por su propia naturaleza, aparecen unidos de forma íntima con la propia esencia de las Tecnologías de la Información. En ellos quedan englobados segmentos tanto de carácter puramente científico o tecnológico, como aquellos otros que tienen que ver con los procedimientos de su elaboración, su interconexión, su diseminación e, incluso, su propia gestación.

De una manera general, las presentes páginas intentarán avanzar algunos pasos por el anterior camino, planteando un conjunto de ideas más o menos revueltas que, quizás, pueden servir para posteriores desarrollos.

II. Características más significativas relacionadas con el mundo de la ciencia y la tecnología de las TI

El proceso por el cual una determinada tecnología influye sobre el desarrollo de otras, es algo que ha sido ampliamente estudiado en infinidad de documentos y, de hecho sirve de base para la planificación de todo Programa de Investigación y Desarrollo que se pretenda encierre un cierto grado de coherencia. La mayor parte de las actuales tecnologías aparecen fuertemente imbricadas unas con otras y es prácticamente imposible separar el avance de una sin contar con otras paralelas. Este tema, sin adentrarnos más aquí en él,

adquiere en su conjunto un tremendo significado cuando se estudian las repercusiones de carácter económico a que da lugar. Podría ser, sin duda, objeto de reflexión pero no es el que, en este caso, vamos a considerar. Hoy nos vamos a centrar en un aspecto quizás menos tangible pero que es posible tenga una importancia primordial para el funcionamiento del conjunto. Podría ser algo así como la intangibilidad de la influencia indirecta de las TI sobre la instantaneidad del progreso tecnológico y sobre su planteamiento conceptual. O dicho de otra manera, cómo la presencia de las TI repercute sobre la propia forma de actuar e, incluso, de pensar, en todos los campos de la Tecnología.

III. Algunas ideas generales

Antes de entrar de lleno en el objetivo central de estas líneas, resultaría conveniente el realizar una especie de recordatorio de ciertas características que, entre algunas otras, parece son el eje fundamental de parte de la sociedad en la que estamos. Los años que nos han tocado vivir, parecen una especie de centrifugadora en la que, introducidos una serie de temas, al poco comienza a dar vueltas; se entremezclan, se combinan, se separan y, finalmente, cada tema sale en una dirección diferente. Pero a su salida, ninguno permanece como estaba al principio. Todos han tomado algo de sus vecinos y, en el fondo, todos llevan dentro de sí como un poco de lo que les rodeó durante el tiempo de centrifugado. Es una integración colectiva en torno a una serie de conceptos, asimilados de forma global y, sobre todo, aceptados casi sin excepción.

Es por ello que, entre otras características, pueda apreciarse hoy el que profesionales de muy diferentes entornos, sociólogos, semiólogos, economistas, tecnólogos de la Electrónica o la Computación, hablen casi con términos equivalentes. Aparece una unificación de herramientas, una asimilación conjunta de conceptos aparentemente dispares, una integración, en fin, de ideas hacia una meta que aparenta ser diferente para cada grupo pero que, en el fondo, es la misma para todos. Esta meta no es otra que el afán de

instantaneizar la transmisión de las ideas integrándolas en una especie de lenguaje colectivo global.

De hecho lo anterior no es sino un reflejo de cierta característica general de este final de siglo que nos está tocando vivir y en el que parece que uno de sus representantes más emblemáticos sean la TI. Hay una simbiosis de conceptos, de técnicas, de herramientas y de ideas, que se extiende a la mayor parte de los campos. Y, al mismo tiempo, surge otro hecho fundamental. Por vez primera, en la historia de la Humanidad, todos nos estamos como acostumbrando a que, de una manera intangible, las necesidades de la sociedad se estuvieran intentando resolver de forma prácticamente instantánea con la ayuda de la Tecnología. Es algo así como si la Sociedad plantease un deseo y la Técnica, poco después, se lo concediese. Nos estamos acostumbrando a pensar, desear y conseguir en tiempo real. O lo que es lo mismo, que entre la formulación del deseo y su realización, el tiempo que transcurriese fuera prácticamente nulo.

En esa forma de actuar, por ejemplo, el sueño ancestral de comunicación instantánea con cualquier punto del planeta es algo al alcance, casi, de cualquiera. La posibilidad de dirigirse en imagen a los lugares más recónditos, algo habitual. Dentro de no mucho, con la incorporación de las redes digitales de servicios integrados de banda ancha, desde cualquier hogar será posible el acceso a los bancos de datos más importantes o realizar el trabajo propio sin apenas moverse del cuarto de estar. La información que podremos transmitir a cualquier distancia permitirá que robots efectúen operaciones peligrosas sin riesgo para el ser humano. La Automatización Avanzada, una vez aplicada de manera integral en fábricas y talleres, conducirá a una mejora de la calidad de los productos, jamás obtenida antes si no era a costa de un considerable incremento en los costes de producción. Los servicios podrán desarrollarse de una manera más eficiente y, con toda seguridad, el ocio podrá incorporarse como tema objeto de producción en la sociedad de consumo.

Pero si a todo lo anterior no hace falta añadir comentario adicional porque ya ha sido tratado innumerables veces en incontables foros, sí en cambio existen otros entornos en los

cuales la influencia de las TI, tanto presente como futura, ha quedado más oculta. Y quizás sean esos entornos aquéllos en los que su influencia puede ser, a la larga, más significativa ya que, en cierta manera, puede llegar a afectar a la forma de pensar del propio ser humano. No es simplemente que le ayuden en su trabajo o en su descanso, lo cual ya sería algo importante, sino que le pueden imponer una cierta forma diferente de estructurar sus ideas y sus planteamientos. Y eso puede ser de una mayor trascendencia futura. De análoga manera a como, etapas anteriores de nuestra actual civilización se vieron modificadas por la entrada en escena de nuevas ideas, en el momento actual es algo distinto, es una posible nueva forma de actuación lo que aparece.

Y en un afán de concretar, aunque sólo sea para centrarnos en un único entorno, el objetivo primordial de las presentes páginas será el de dar un esbozo de lo que las TI han supuesto para el desarrollo conceptual de la Ciencia y la Tecnología en general, y para la Investigación y el Desarrollo en particular. Ver cómo su presencia ha alterado la tradicional forma de actuación que, desde los tiempos de Galileo, se había mantenido invariante y, a su vez, cómo el salto que éstas tecnologías han representado es equivalente al que se realizó, con respecto a la forma planteada por Aristóteles, por el propio Galileo.

IV. A modo de recordatorio

Sólo para fijar los conceptos de partida, parece oportuno recordar algunos de los hechos básicos que han estructurado el pensamiento científico desde sus albores. Y la primera referencia a que debe hacerse mención es a la idea que circulaba hacia la mitad del siglo IV antes de nuestra era ². Por aquellos años Aristóteles proclamaba como método esencial para progresar en la Ciencia lo que luego se ha conocido como método inductivo-deductivo. Consideraba a la investigación científica como una progresión desde las observaciones de los fenómenos o las cosas, hasta los principios generales que las gobiernan, para tornar finalmente a nuevas observaciones. A este método científico, totalmente de acuer-

do con nuestra actual filosofía de trabajo, superponía otro requisito: el de que toda explicación científica debería ser teleológica, esto es, debería dar cuenta de su causa final o «telos» y había de usarse, en consecuencia, la expresión «con el fin de».

Esta forma de actuar se mantuvo prácticamente inmutable en los siglos que siguieron y, sólo hacia el siglo XVI, se produjo un salto brusco, una elevación o cambio de nivel conceptual. Sus dos principales artífices fueron Galileo y Francis Bacon.

Galileo planteó algo que, ahora, nos parece totalmente trivial pero que en aquel momento supuso una completa revolución. Indicó su seguridad de que el libro de la Naturaleza está escrito en el lenguaje de las Matemáticas. En función de ello buscó restringir el ámbito de la Física a afirmaciones sobre «cualidades primarias», esto es, aquellas que sufren variaciones cuantitativas con relación a una escala, y eliminar de ella a las «secundarias», que sólo existen en la mente del sujeto perceptor. Consecuentemente, todo tipo de explicaciones teleológicas quedaban fuera del ámbito del discurso permisible en Física. Al mismo tiempo, y mediante el asentamiento de la importancia de la abstracción y de la idealización, el papel de la imaginación creativa en el método de resolución adquiriría su pleno significado y su mayor desarrollo. Con todo ello, y aplicando los métodos previos de Grosseteste y de Roger Bacon, que habían profundizado en el método de resolución con la sugerencia de deducir consecuencias no incluidas en los datos utilizados para inducir los principios explicativos, logró predecir leyes físicas no planteadas hasta entonces.

Casi en paralelo con Galileo, y en el otro confín de la Europa de entonces, Francis Bacon lograba asentar las bases del método inductivo-experimental. Insistió en la experimentación sistemática, al contrario de los aristotélicos que recogían datos de forma azarosa y acrítica. Recalcó la importancia de la toma múltiple de datos múltiples para llegar a los principios generales y, finalmente, subrayó que los argumentos deductivos sólo tienen valor científico si sus premisas poseen un soporte inductivo adecuado.

Con todo lo anterior como base, la Ciencia y la Tecnología comenzaron su camino en Europa. Newton lanzó su

«Hypoteses non fingo», mostrando con ello su deseo de no afirmar nunca lo que no pudiera ser confirmado, en particular en lo que se refiere a las hipótesis especulativas. El resto de los científicos-tecnólogos siguieron sus pasos y con ello, salvo muy ligeras modificaciones conceptuales, llegamos al momento presente.

V. Situación actual del sistema Ciencia-Tecnología

La próxima llegada del fin de siglo ha activado todo un conjunto de intentos de definición del momento en el que nos encontramos, mediante un simple término. Como ha sido ya apuntado en algunos lugares, han surgido conceptos tan dispares como el de «Edad Postmoderna», descripción casi hueca de algo que no se sabe qué es; el de «Edad Postindustrial», intentando olvidar algo que se ha creído origen de muchos problemas; e incluso, ante algunas de las catástrofes que los agoreros no cesan de vaticinar, «Edad Preapocalíptica». También tendría sentido, y quizás, más justificado a la vista de las innumerables catástrofes de todo tipo que nos ha traído el presente siglo XX, y en un afán esperanzador, llamar a estos momentos «Edad Postapocalíptica». En cualquier caso, y aquí podríamos hacer referencia a Dickens cuando, en el inicio de su «A tale of two cities»³, decía: «It was the best of times, it was the worst of times, it was the age of wisdom, it was the age of foolishness, it was the epoch of belief, it was the epoch of incredulity, it was the season of Light, it was the season of Darkness, it was the spring of hope, it was the winter of despair, we had everything before us, we had nothing before us», esta época tiene dentro de sí, quizás como muchas otras, todo un conjunto de contradicciones que ejercen al mismo tiempo acción y reacción, fuerza centrípeta y fuerza centrífuga, análisis y síntesis. Tenemos la mayor capacidad de comunicación que ha conocido el hombre y, al mismo tiempo, las mayores dificultades de comunicación entre los humanos. Poseemos la mayor capacidad de cálculo conocida jamás y, también, el mayor desconocimiento para resolver los problemas más fundamentales. Si dispone de herramientas de todo tipo para

apoyo del ser humano, pero la capacidad de éste de imaginar cada día es más reducida. Y, como formando parte de todas esas contradicciones, las Tecnologías de la Información se encuentran marcando el ritmo acompasado de todos nuestros actuales pasos. ¿Por qué he señalado al principio que estas tecnologías tenían mucho que decir en la situación actual de la Investigación y el Desarrollo? Creo que ya procede, después de todos los preámbulos, introducirnos en el tema.

Una de las características más acusadas que presenta el actual sistema de Ciencia y Tecnología, a nivel mundial, es el de su extraordinaria complejidad. Esta complejidad abarca desde la propia naturaleza del sistema, en el que es casi imposible diferenciar unos campos de otros, unas áreas de otras, a la interrelación entre las propias fases del proceso creador. Por otra parte, la abstracción y la idealización que preconizaba Galileo, cada vez son más difíciles. Los fenómenos que se estudian distan mucho de poder ser simplificados. Los experimentos que se programan, adquieren cada vez una mayor dificultad y, lo que a veces es tan importante o más, un mayor coste. La situación de un físico haciendo importantes contribuciones a la Ciencia mediante un simple hilo del que pende un peso, es algo que pertenece ya a la muy lejana historia. Como lo es también el hecho de que este científico apuntase sus descubrimientos en unos viejos papeles y los guardase durante años hasta que se los comunicase a algún otro colega o, incluso, alguien los descubriese al cabo de varias décadas. Además de esto, es también inimaginable el que lo descubierto tarde ya años, y a veces hasta siglos, en incorporarse a algún desarrollo tecnológico. Igualmente, y también como consecuencia de la complejidad a que se ha hecho mención antes, la Ciencia ha pasado a estar cada vez más imbuida de un sentido tecnológico. La Tecnología, al mismo tiempo, requiere cada vez más una base científica más fuerte. De análoga forma a como decía antes, ya están muy lejanos los tiempos en los que los desarrollos tecnológicos eran llevados a cabo por espontáneos inventando en los fines de semana. La Ciencia y la Tecnología se han profesionalizado de una manera absoluta y es ya una verdadera técnica la que las controla. Ambas aparecen totalmente interrelacionadas y la una apenas progresa sin la otra. Podría decirse, forzando quizás un poco el razona-

miento, que la Ciencia y la Tecnología han pasado a ser partes de un mismo todo. Y más aún, que la Investigación y el Desarrollo que conducen a ellas han adquirido un sentido del que estaban carente antes. Ahora podría decirse de ella que son casi teleológicas, en algo de la manera que propugnaba Aristóteles. La mayor parte de la Ciencia que se hace, la mayor parte de la Investigación que se lleva a cabo, es «con el fin de» obtener un determinado resultado, la mayor parte de las veces absolutamente pragmático. Quizás sea algo forzado y demasiado rápido el razonamiento, pero puede servirnos de motivo de reflexión posterior.

VI. Algunas disquisiciones

De los anteriores párrafos, de los leves bosquejos previos, ya puede intuirse cuál ha sido la primera contribución de las Tecnologías de la Información al desarrollo de la Ciencia. Y asimismo cuál es la aportación con la que han contribuido al desarrollo del esquema planteado por Aristóteles y asentado en el Renacimiento. De una manera esquemática, una síntesis de la ampliación del método inductivo-deductivo aristotélico con la introducción de las nuevas Tecnologías de la Información, es el que aparece en la Figura 1. En ella puede apreciarse la introducción de una etapa intermedia entre las clásicas. Si en el esquema primitivo se pasaba de la teoría a la observación y de la observación a la teoría mediante las fases de inducción y de deducción, ahora nos aparece una etapa entre ambas. Es la que se ha designado como Modelización y que constituye, a mi entender, la principal aportación de nuestros días al esquema clásico. Entre esta nueva etapa y las anteriores, los pasos que he planteado son, en cierta forma, consecuencia de la nueva estructura. Entre la Teoría y la Modelización siguen apareciendo como procesos la Inducción y la Deducción, mientras que entre la Modelización y la Observación, los procesos son ahora, a mi entender, los de Simulación y Deducción. El envolvente macroscópico, el constituido por las fases establecidas con anterioridad, sigue inmutable. Sólo ha variado la parte que

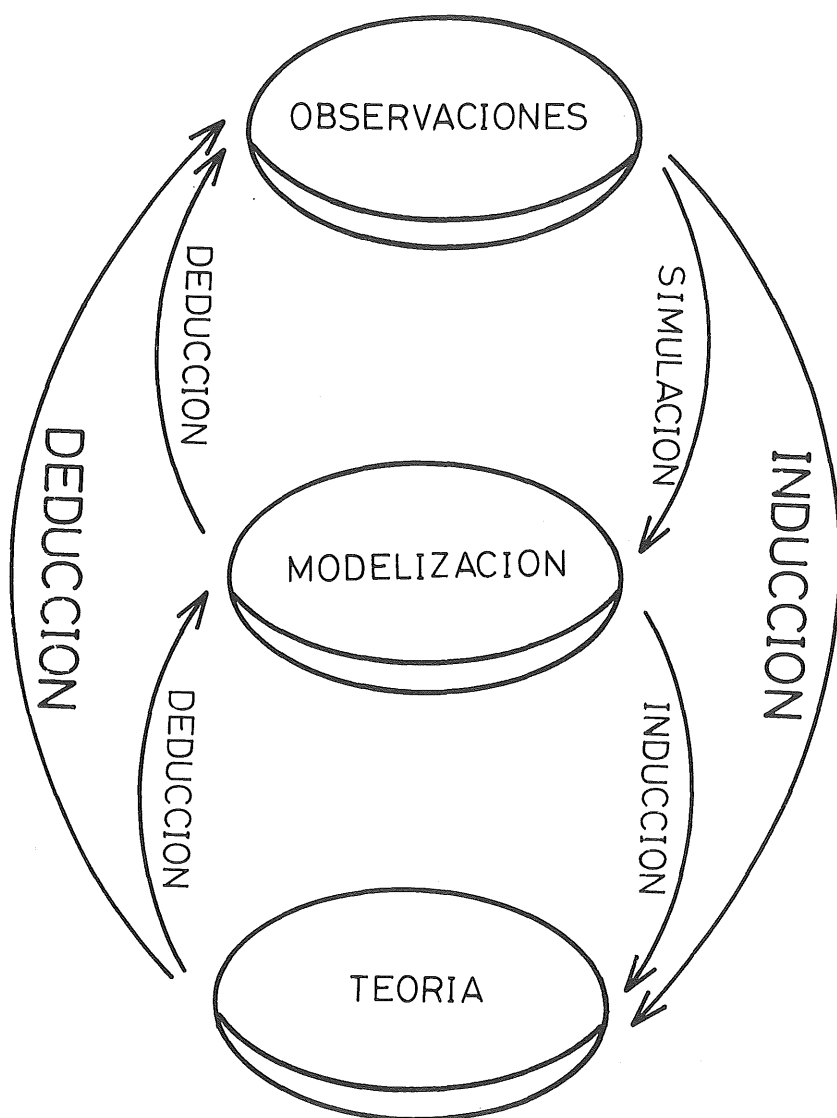


Figura 1. Ampliación del método Inductivo-Deductivo de Aristóteles.

podríamos designar como microscópica, esto es, el detalle interno. Es evidente que este modelo podría, y debería, refinarse algo más. Estimo que en este momento no debemos profundizar más en él.

De acuerdo con esto, si Galileo afirmaba que la Naturaleza estaba escrita en el lenguaje de las Matemáticas, ahora podríamos decir que los fenómenos de la Naturaleza están representados en las imágenes de su modelización.

Cabría preguntarse ya entonces, ¿por qué ha surgido esta nueva etapa? Y más aún ¿qué nos aporta sobre la situación previa? La respuesta a estas preguntas está en el esbozo sobre la complejidad de la situación actual que hemos apuntado anteriormente. La Ciencia y la Tecnología no se mueven ya sobre unos cauces más o menos sencillos conceptualmente, como era antes. El número de variables, por ejemplo, que entra en juego en cada nuevo experimento que se pretende realizar se incrementa de forma increíble en cada nueva situación. Ya no es posible controlarlas a todas por medios tradicionales e, incluso, a veces no se sabe con certeza si todas ellas son esenciales o si son necesarias. El intentar llevar a cabo un desarrollo con las suposiciones que se intuye son ciertas puede ser, en muchos casos, absolutamente complejo. Es preciso además tener, a veces, a priori, una cierta idea de lo que va a salir para poder controlar los resultados. Hay ocasiones, incluso, en las que el experimento real sólo va a poder ser llevado a cabo una única vez. Pensemos, por ejemplo, en los casos en los que hay vidas en juego, o en aquellos otros en los que se realizan experiencias de carácter destructivo o incluso, yendo a un terreno mucho más prosaico, en aquellas situaciones en las que el experimento a realizar es de un costo económico muy elevado. La única solución para todo ello la han dado las Tecnologías de la Información con la capacidad que han desarrollado de, por una parte, poder tener control sobre un número muy alto, casi tan alto como se quiera, de parámetros variables y, por otra, de establecer modelos de simulación que pueden evolucionar, si están bien planteados, de análoga manera a como lo hace la propia Naturaleza. Un resultado no deseado o no previsto, puede en consecuencia ser controlado antes de que pueda tener efectos de difícil remedio. O, por otra parte darnos una nueva información

sobre una teoría planteada con anterioridad y que, a la vista de lo obtenido, debe en consecuencia ser modificada. Es, en todo caso, una etapa previa a la experimentación final que se llevará a cabo. Y que, en muchos casos sólo va a servirnos para comprobar lo que se había intuido.

De todo lo visto hasta aquí, podemos plantear ya una especie de cadena de las fases que se siguen en la actualidad en un proceso de investigación y que, con respecto a las tradicionales, ha sufrido varias modificaciones. Es lo que se sintetiza en la Figura 2 y en la que aparecen, en doble trazo más oscuro, aquellas partes que, bien sólo se han podido llevar a cabo con las técnicas disponibles gracias a las Tecnologías de la Información, o bien aquellas otras para las que la presencia de éstas ha supuesto una considerable ventaja, tanto de tiempo como de profundización de conceptos. Así, por ejemplo, la Recogida de Datos, etapa sobradamente conocida desde el inicio de la Ciencia, puede ahora ser efectuada con una mayor rapidez, con mucha más exactitud y, lo que es más importante, casi poder ser variada en cada momento para una mejor adaptación a lo que está ocurriendo en cada situación.

Algo equivalente podría decirse de la fase de contrastación con las bases de datos existentes; un estudio exhaustivo de este tipo ha requerido, en el pasado, intervalos de tiempo considerables y, a pesar de ello, muchas veces se descubrían Mediterráneos por ignorancia de lo que existía en cada momento. Ambas etapas eran seguidas de forma habitual por todo investigador, pero la mayor parte de las veces con un aspecto tan rutinario que llegaba a constituir casi una especie de castigo. Era, recordémoslo, la etapa que se dedicaba a los futuros doctorandos y a los alumnos que, a punto de graduarse, deseaban hacer méritos. Era, no hay duda, una forma correcta de educación para la Investigación y el Desarrollo, pero, al mismo tiempo, se impedía que muchos de aquellos que simplemente medían, pudieran ejercitar su imaginación. Imaginación que es, recordémoslo una vez más, la única cualidad que por muchos años seguirá diferenciando claramente al hombre de la máquina.

Las otras fases que he presentado en la Figura 2, ya sí son más claramente patrimonio de la aportación de estas Tecnologías de la Información que comentamos aquí. En

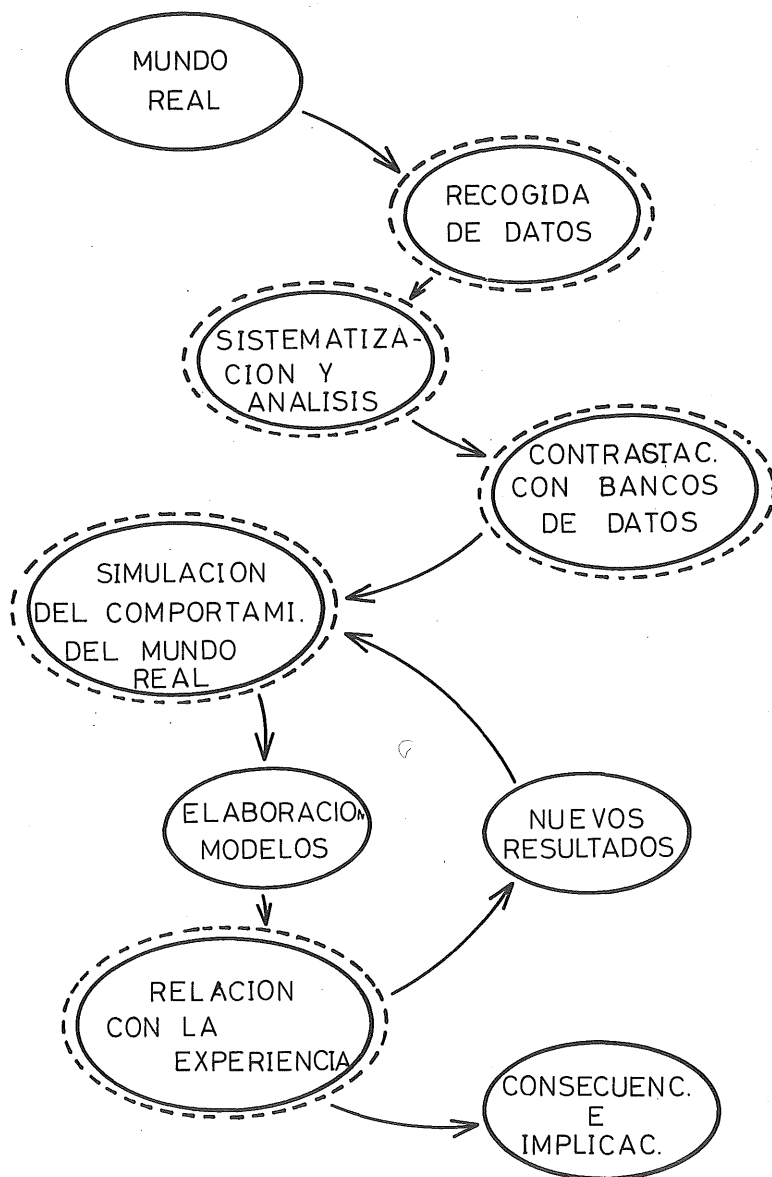


Figura 2. Esquema simplificado de las fases más significativas en Investigación.

gran parte ya han sido comentadas en lo que hemos dicho hasta este momento. Son las de la Simulación del Comportamiento del Mundo Real, o lo que es lo mismo, el estudio de la evolución del fenómeno que estamos estudiando a la luz de las teorías de que dispongamos. Teorías que pueden ser bien previas a nuestro trabajo o desarrolladas a raíz de él. De todo ello se elaborará un modelo que será estudiado, paso a paso, por métodos gráficos, se contrastará con la experiencia y, al final, se llegará a una serie de Consecuencias o de Implicaciones para futuros desarrollos.

Este es, en suma, el planteamiento que puede darse, muy simplificado, para la cadena de fases de la Investigación.

Y si las etapas concretas de la Investigación han sufrido una serie significativa de cambios, no son menores los que han surgido en las de Desarrollo. Igual que antes, de una manera sintética, el nuevo esquema que propongo, sobresimplificado otra vez, es el que aparece en la Figura 3. Las fases más diferenciadas con situaciones anteriores son las que aparecen con trazo discontinuo. Son las de Elaboración del Diseño Conceptual, la de la Contratación con el mayor número de antecedentes posibles, la de la Simulación del Diseño y la de la Modificación Simulada de Parámetros para una mejor adaptación a las necesidades. Todas ellas se basan en tendencias ampliamente dominadas hoy y cuya base es parte de conocimiento basal de nuestra actual sociedad. Conjuntamente con ellas, existe otra fase en la que las Tecnologías de la Información han significado el apoyo más rotundo. Es en la Realimentación que, de forma constante, se introduce en el esquema. Ya es conocido por todos, sólo con recordar algunas de las nociones que tenemos de Electrónica convencional, el que todo sistema realimentado puede llegarse a hacer oscilar, sólo con darle la constante adecuada de realimentación. La teoría de osciladores ha ofrecido desde hace muchos años una visión muy clarificadora del tema. No ha sido elaborada aún, y no se si, incluso, será posible plantear algo equivalente en las etapas del Desarrollo de un producto o de un sistema, pero al menos conceptualmente algo puede intuirse de lo que saldría. No hay duda de que para que el resultado de un desarrollo cumpla el fin con el que fue programado, deberá adaptarse

lo más posible a las necesidades que lo impulsaron. Las etapas que aparecen en el esquema de la Figura 3 son un ejemplo de esta adaptación. Pero estas necesidades son, en la mayor parte de las ocasiones, continuamente cambiantes. Desde que se inició el desarrollo hasta su finalización habrá pasado, con toda seguridad, bastante tiempo. El mercado habrá, por ejemplo, evolucionado y, quizás también, los gustos o los deseos del sector al que iba dirigido. Es necesario, en consecuencia, irse adaptando a la situación real, según vamos progresando por las etapas marcadas en la Figura 3. Y tanto el estudio de forma continua de lo que se desea obtener al final, para que se adapte a lo que se va a poner en el mercado, como la modificación automática del producto, no pueden ser llevadas a cabo si no es con el auxilio de una herramienta que pueda trabajar a la velocidad necesaria, tanto para analizar como para modificar procesos. Esta herramienta es, volvemos de nuevo a ellas, la de las Tecnologías de la Información.

En paralelo con lo precedente podemos ver también otro hecho que también considero igualmente significativo. El número de etapas se ha incrementado con respecto a las que tradicionalmente se habían considerado. Pero de forma conceptual creo que, al mismo tiempo, se ha perdido algo de improvisación y, posiblemente también, de una cierta frescura creadora. De una manera automática se introducen elementos de control, parámetros de peso, se modifican las fases del acuerdo con lo que en cada momento se obtiene de resultado. Así, de esa manera, el producto que se va obteniendo se va amoldando a las necesidades del mercado, a las de la misión a realizar o a los objetivos planteados con anterioridad. Todo esto es un hecho. Pero, ¿cómo se ha logrado? De una manera aparentemente muy simple para nuestra forma de pensar hoy pero que hace unos años habría sido prácticamente imposible. Lo ha sido gracias al concepto de la «instantaneidad» conferido por las Tecnologías de la Información. Este concepto, aprovechado hoy parcialmente, será en el futuro uno de los factores más importantes del sistema Ciencia-Tecnología. Parece por ello obligado dedicarle un poco de nuestra atención, tanto en sus pros como en sus contras.

Ya se dijo antes que el objetivo quizás más claro de las

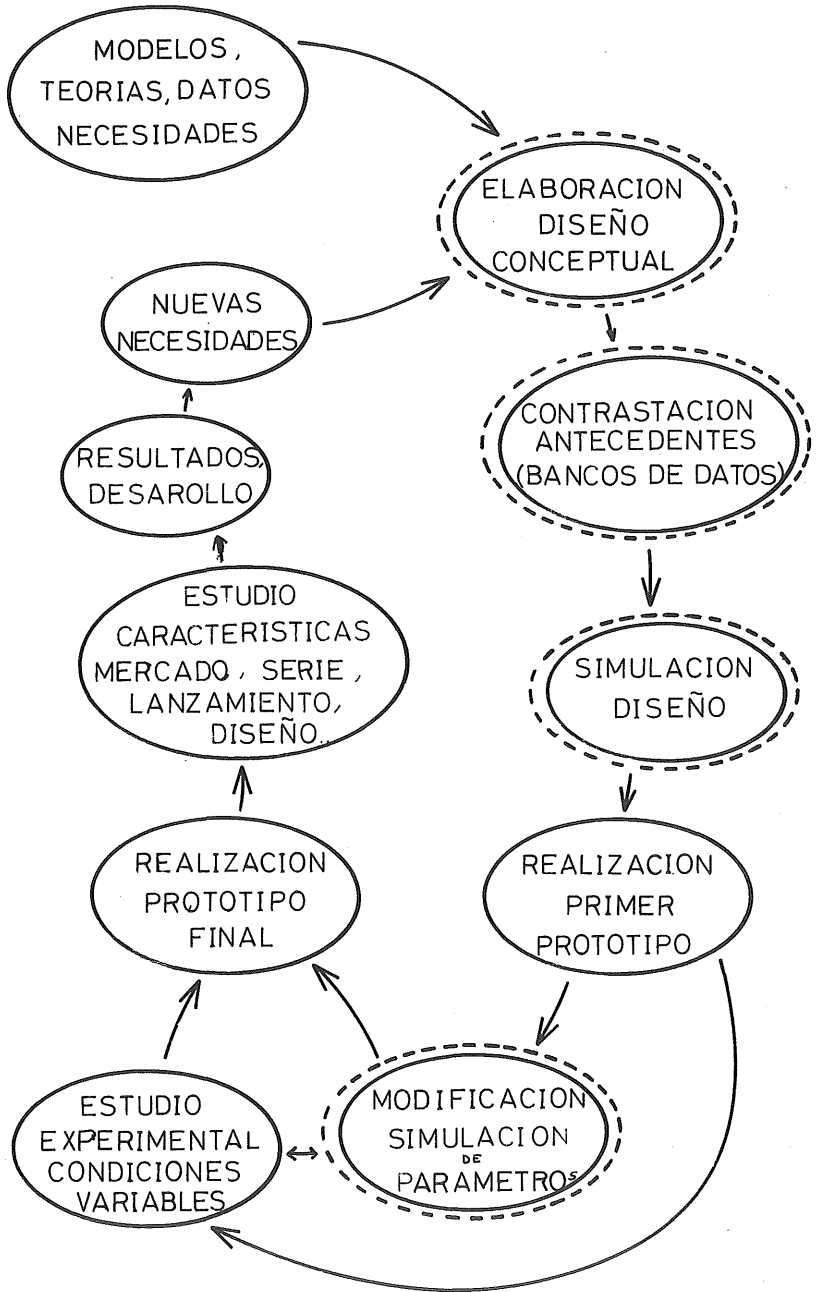


Figura 3. Esquema simplificado de algunas de las fases más características en Desarrollo.

Comunicaciones hasta el final de la década próxima, lo que equivale decir hasta el final de este siglo, es el de lograr de forma plena Redes Digitales de Servicios Integrados de Banda Ancha, en las mayores zonas posibles de nuestro planeta. Es lo que en la terminología anglosajona se conoce como B-ISDN, o CIBA en la castellana. Cuando se hayan logrado será posible integrar en un único terminal de usuario todo el múltiple conjunto de servicios que ahora, si llegan a nuestro entorno, lo hacen por diferentes canales: teléfono, videoteléfono, fax, télex, TV,... lo que de una manera gráfica aparece reflejado en la Figura 4 y que indica, con toda claridad, la múltiple variedad de servicios que se nos avecinan. Todo ello nos llegará por un único cable, de fibra óptica naturalmente, y, lo que es mucho más importante, nos permitirá unirnos con análogos servicios de cualquier punto del mundo que nos interese. Nuestra estación de trabajo podrá consultar con la base de datos que deseemos, controlar a distancia un experimento que se está desarrollando a gran distancia de nuestro entorno, o podremos intercambiar resultados gráficos con colegas de cualquier rincón del mundo.

Si uno de los factores más importantes para el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología es el de la circulación de ideas, estamos a un paso de conseguirlo, de una manera total y perfecta. Podríamos mencionar aquí un comentario de George Bernard Shaw acerca de este mismo tema, que creo que es bueno recordar: «If you have an apple and I have an apple and if we exchange these apples then you and I will still each have one apple. But if you have an idea and I have an idea and we exchange these ideas, then each of us will have two ideas». Cuantas más ideas intercambiamos, cuanto mayor sea la velocidad con que lo hagamos, mayor será nuestra capacidad de crear Ciencia y de generar Tecnología. Las Tecnologías de la Información son para ello nuestras más firmes aliadas.

Y en paralelo con esta impagable facilidad de intercambio de ideas y de resultados, de forma inmedita surge otra posibilidad de apoyo a la I + D que jamás antes, sino es por las tecnologías que hoy comentamos, habría podido conseguirse. Es la de analizar, también en tiempo real, qué es lo que está ocurriendo en los laboratorios de todo el mundo y

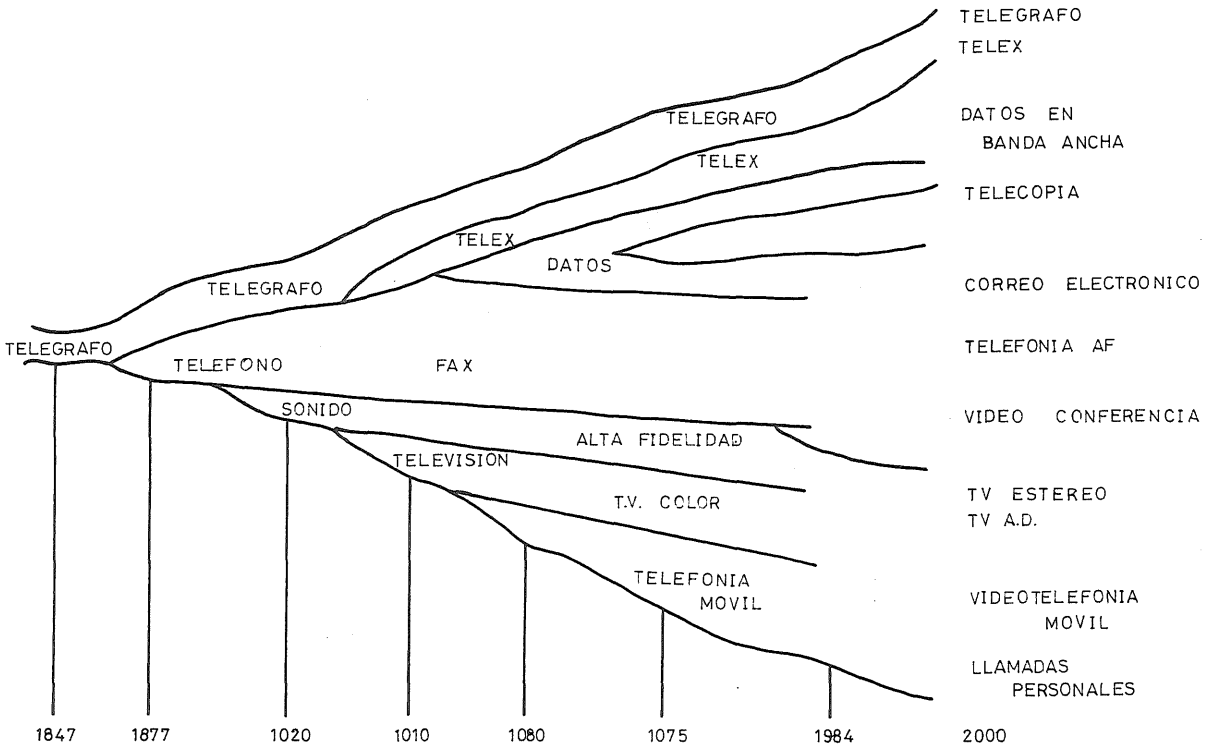


Figura 4. Evolución de servicios en Tecnologías de la Información
(Esquema elaborado por RACE-DGXIII).

qué líneas o tendencias se están siguiendo. Mediante procesos de inferencia, y mediante el análisis de los más leves indicios surgidos en publicaciones o charlas, podrá obtenerse qué es lo que están haciendo nuestros posibles competidores en cualquier campo o nuestros colegas de trabajo.

Surge también, a continuación, un asomo de duda sobre la posible permanencia y continuidad en el futuro de métodos de comunicación tan establecidos y aceptados como las conferencias, los congresos e, incluso, las propias revistas técnicas.

La creación de todas ellas respondió, en épocas pasadas, a la necesidad de intercambiar ideas, de dar a conocer los últimos resultados y de contrastar experiencias. Así surgieron, por ejemplo, las Reales Sociedades y las Actas o Proceedings de sus discusiones. De éstas derivaron posteriormente las actuales revistas técnicas y de aquéllas las modernas sociedades profesionales. Pero los fines fundamentales que he mencionado quedan ya hoy prácticamente insatisfechos con estas formas tradicionales de actuar. Los resultados importantes son ya conocidos por un amplio sector de interesados en el área antes de que sean expuestos públicamente en una Conferencia. Es mucho más fácil intercambiar experiencias a través del correo electrónico o de la videoconferencia que esperando al Congreso anual del sector. Por otra parte, dados los plazos de publicación de artículos en cualquier revista, es casi seguro que cuando algo aparece impreso ha perdido ya gran parte de su novedad. Sólo parece procedente publicar, en consecuencia, lo que ya está plenamente aceptado por todos y ha sufrido antes una serie de contactos menos convencionales. Quizás dentro de no mucho tiempo se inicie el envío a través de las pantallas del ordenador de publicaciones técnicas constituidas por artículos que están siendo tecleados, en el momento de ser recibidos, por el propio autor al terminar su experiencia. Las Tecnologías de la Información habrán contribuido así a la comunicación total entre investigadores, hecho que constituía el sueño de pasados profesionales.

VII. Conclusiones finales

Todo esto son, no hay duda, fogonazos sobre un tema recurrente y es el del análisis de las posibles ventajas o inconvenientes de la presencia de estas Tecnologías en nuestro mundo de hoy y, más en concreto, en el de la Investigación y el Desarrollo. Parece, no hay duda, de que las ventajas son innumerables, innegables e incuestionables. Pero, ¿no existirán también inconvenientes? Y con ellos voy a concluir aunque de una forma un tanto subliminal hayan ya estado presentes en un gran número de las palabras que han precedido.

El primer punto que quiero considerar es el de la repercusión negativa que pueden ejercer sobre el proceso creador de los involucrados en la Investigación y el Desarrollo. Uno de los hechos más claros que pueden apreciarse en todos los entornos en los que existen ordenadores, es el de la confianza casi ciega que tienen en ellos los que los emplean. Los datos que, por ejemplo, suministran son aceptados de manera automática muchas veces sin analizar lo que llevan dentro. Se toman como artículos de fe y se archivan en el rincón que proceda. En otras ocasiones, cuando los ordenadores son usados para la toma de datos, se les imponen rutinas de trabajo en las que de forma indiscriminada se mide todo lo medible y todo se intenta introducir en el modelo. No se estudia apenas qué es lo realmente fundamental y qué lo accesorio. Muchas veces, para efectuar una medida se dispone un complicado montaje para la toma automática de datos en el que se invierte un tiempo mucho más grande que el que se habría empleado para efectuar la medida de forma directa y casi manual. La imaginación ha cedido el paso al automatismo. De alguna manera podría decirse que la facultad más innata al hombre, más natural, la que de hecho le ha diferenciado del resto de la Creación desde sus orígenes, que no ha sido otra que la capacidad de imaginar mundos nuevos ha sido desplazada por la génesis automática de conceptos repetidos y basados en permutaciones de saberes almacenados. Lo más natural ha cedido su plaza a lo artificial. Y con ello se ha ganado en rendi-

miento aparente pero se ha perdido en renovación conceptual.

En esta especie de lucha entre lo natural y lo artificial, y ya como conclusión de mis palabras, me viene siempre al recuerdo un breve relato de Borges. Es el que lleva el título de «Los dos reyes y los dos laberintos» y está contenido dentro de su libro «El Aleph». En él se narra la historia de un soberano que, no se sabe con qué fin, mandó construir a sus arquitectos e ingenieros más aventajados un laberinto, tan intrincado y complejo que todo hombre que entraba en él se perdía. En él introdujo a un rey vecino suyo con el ánimo de mofarse. Este vagó por sus recovecos durante un largo tiempo pero al final del día, después de invocar ayuda a su dios, encontró la puerta de salida. Pasado un tiempo, este rey, rodeado de su ejército, volvió al país del otro, del que había querido mofarse de él. Asoló sus ciudades y, tomándole prisionero, le llevó hasta su reino. Allí, y tras un largo viaje, le dejó en medio del desierto. «En Babilonia, le dijo, me quisiste perder en un laberinto de bronce con muchas escaleras, puertas y muros; ahora te muestro el mío, donde no hay escaleras que subir ni puertas que forzar, ni fatigosas galerías que recorrer, ni muros que te vedan el paso». Le desató y le abandonó en medio de las arenas del desierto donde murió de hambre y de sed. La naturaleza había ganado a la técnica.

Las nuevas técnicas, el conjunto de tecnologías emergentes que hoy nos rodean, las herramientas de todo tipo que nos ayudan a avanzar con más seguridad hacia metas de progreso, no deben ser sino puras y simples herramientas que nos ayuden. En ningún caso deberemos llegar a la situación de estar a su servicio. Las Tecnologías de la Información son, sin duda, la herramienta más importante que se ha desarrollado en los últimos tiempos para ayudar al hombre en su dominio de la Naturaleza. Pero, precisamente por ello, no deben de impedirnos el que dejemos de cultivar todas esas cualidades características del ser humano, como son la creatividad y la imaginación, y que, al menos por el momento, ninguna máquina, por muy dotada de Inteligencia Artificial que esté, podrá ofrecernos. O como resumen de todo lo visto hasta aquí: las Tecnologías de la Información han supuesto una considerable ayuda para todos los proce-

sos de Investigación y Desarrollo, han alterado algunas de sus fases más asentadas hasta hoy y han perfeccionado su puesta en práctica. Lo que muy difícilmente podrán llegar a hacer es sustituir al hombre en un puro proceso creador.

Bibliografía

- ¹ «La Sociedad transparente», G. Vattimo. Paidós. Barcelona, 1990.
- ² «Introducción histórica a la Filosofía de la Ciencia». J. Losee. Alianza. Madrid, 1976.
- ³ «A tale of two cities». C. Dickens. London, 1989.

Parte del contenido de este artículo fue presentado en la Convención Internacional «Current Challenges», celebrado en Madrid, en octubre de 1989, y organizado por el CSIC y las Universidades Complutense y de Tel Aviv.

Agradezco a mi hija Amaya la realización de las figuras.